



Docket No. 1232-5090

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Nobuto KAWAHARA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/631,926

Examiner: TBA

Filed: July 31, 2003

For: ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM, EXPOSURE METHOD AND APPARATUS  
USING THE SAME

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority;
2. Certified Copy of Claim to Convention Priority document; and
3. Return Receipt Postcard

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: September 3, 2003

By: \_\_\_\_\_

Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



Docket No. 1232-5090

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Nobuto KAWAHARA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/631,926

Examiner: TBA

Filed: July 31, 2003

For: ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM, EXPOSURE METHOD AND APPARATUS  
USING THE SAME

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

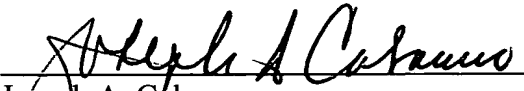
Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2002-223265  
Filing Date(s): July 31, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: September 3, 2003

By:

  
\_\_\_\_\_  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   7 月 3 1 日  
Date of Application:

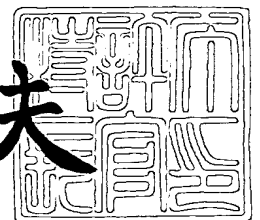
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 2 3 2 6 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 2 3 2 6 5 ]

出   願   人            キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 4745001

【提出日】 平成14年 7月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 照明光学系、当該照明光学系を有する露光装置及びデバイス製造方法

【請求項の数】 17

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

    【氏名】 川原 信途

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100110412

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤元 亮輔

    【電話番号】 03-3523-1227

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 062488

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0010562

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 照明光学系、当該照明光学系を有する露光装置及びデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源からの光束でマスクを照明する照明光学系において、前記光束から光軸に対して偏心した所定の形状の有効光源領域を形成する有効光源形成手段と、

前記所定の形状を連続的に可変とする形状可変手段とを有することを特徴とする照明光学系。

【請求項 2】 光源からの光束でマスクを照明する照明光学系において、前記光束から光軸に対して偏心した扇型形状の有効光源領域を形成する有効光源形成手段と、

前記扇型形状の有効光源領域を切り出し、円周方向の形状を連続的に可変とする形状可変手段とを有することを特徴とする照明光学系。

【請求項 3】 前記形状可変手段は、前記扇型形状の有効光源領域の径方向の形状を連続的に可変とすることを特徴とする請求項 2 記載の照明光学系。

【請求項 4】 前記有効光源形成手段は、独立した 2 つの前記有効光源領域を形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の照明光学系。

【請求項 5】 前記有効光源形成手段は、独立した 4 つの前記有効光源領域を形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の照明光学系。

【請求項 6】 前記形状可変手段は、少なくとも一以上の第 1 の所定の形状の開口から形成され、前記光束を通過させるための第 1 の開口部を有する第 1 の絞り板と、第 2 の所定の形状の開口から形成され、前記第 1 の開口部を通過した前記光束を通過させるための第 2 の開口部を有する第 2 の絞り板とを有し、

前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部を組み合わせることによって、前記光束から形成される前記有効光源領域の形状を成形することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の照明光学系。

【請求項 7】 前記第 1 の所定の形状と第 2 の所定の形状とは略等しいことを特徴とする請求項 6 記載の照明光学系。

【請求項 8】 前記第 1、第 2 の所定の形状は、扇型形状、円形状、楕円形状、又は多角形状のいずれかであることを特徴とする請求項 6 記載の照明光学系。

【請求項 9】 前記光源と前記形状可変手段との間に、前記有効光源領域の形状を調整可能とする形状調整手段を更に有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の照明光学系。

【請求項 10】 前記形状調整手段は、プリズムを含み、前記有効光源領域の面積の相対比を変更することを特徴とする請求項 9 記載の照明光学系。

【請求項 11】 前記プリズムは、円錐形状又は角錐形状であることを特徴とする請求項 10 記載の照明光学系。

【請求項 12】 前記形状可変手段の前記光源側に少なくとも一の挿脱自在なシリンドリカルレンズを有し、前記有効光源領域の縦横比を調整可能とした事を特徴とする請求項 1 又は 2 記載の照明光学系。

【請求項 13】 前記シリンドリカルレンズの母線方向は、前記有効光源領域の前記光軸に直交する面内で回転調整が可能であることを特徴とする請求項 1 2 記載の照明光学系。

【請求項 14】 前記形状調整手段の射出側に前記有効光源領域の形状を検知する検知手段を有することを特徴とする請求項 9 記載の照明光学系。

【請求項 15】 コンタクトホールパターンと、当該コンタクトホールパターンよりも寸法の小さな補助パターンとが配列されたマスクを請求項 1 乃至 14 のうちいずれか一項記載の照明光学系により照明するステップを有する投影露光方法であって、

前記照明光学系は、前記コンタクトホールパターンを解像する照明を行うと共に、当該照明による前記補助パターンの偽解像を抑制する照明を行う投影露光方法。

【請求項 16】 請求項 1 乃至 14 のうちいずれか一項記載の照明光学系によりマスクを照明し、当該マスクを経た光を投影光学系を介して被処理体に照射して当該被処理体を露光することを特徴とする露光装置。

【請求項 17】 請求項 16 記載の露光装置を用いて被処理体を投影露光す

るステップと、

前記投影露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、一般には、照明光学系に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（LCD）用のガラス基板などのデバイスを製造するのに使用される照明光学系に関する。本発明は、例えば、フォトリソグラフィ工程において、被処理体にコンタクトホール列のパターン、あるいは孤立コンタクトホールとコンタクトホール列とが混在するパターンを投影露光する照明光学系に好適である。

**【0002】**

**【従来の技術】**

近年の電子機器の小型化及び薄型化の要請から、電子機器に搭載される半導体素子の微細化への要求はますます高くなっている。半導体素子や液晶表示装置、薄膜磁気ヘッド等集積度の高いデバイスを作製するには、一般に、フォトリソグラフィの工程が用いられる。かかる工程に欠かせない装置として、フォトマスク又はレチクル（本出願ではこれらの用語を交換可能に使用する）上に描かれているパターンをフォトレジストが塗布されているシリコンウェハやガラスプレート等の基板上に露光する投影露光装置がある。

**【0003】**

投影露光装置の解像度  $R$  は、露光光源の波長  $\lambda$ 、投影光学系の開口数（NA）及び現像プロセスなどによって定まるプロセス定数  $k_1$  を用いて次式で与えられる。

**【0004】**



【数 1】

$$R = k_1 \times \frac{\lambda}{NA}$$

【0 0 0 5】

また、一定の結像性能を維持できる焦点範囲を焦点深度といい、焦点深度 DOF は、比例定数  $k_2$  を用いて次式で与えられる。

【0 0 0 6】

【数 2】

$$DOF = k_2 \times \frac{\lambda}{NA^2}$$

【0 0 0 7】

数式 1 及び数式 2 から、より一層の微細化の為に波長を短くして開口数を上げたいが、開口数に反比例して焦点深度が小さくなるので実現できないという問題がある。また、短波長が進むにつれて硝材の透過率が低下するために短波長化が困難であること、大きな NA はレンズの設計及び製造を困難にすること等の問題もある。

【0 0 0 8】

そこで、プロセス定数  $k_1$  の値を小さくすることによって微細化を図る超解像技術（RET: Resolution Enhanced Technology）が近年提案されている。かかる超解像技術の一つとして、変形照明法（斜入射照明法、多重極照明法、Off-Axis 照明法などと呼ばれる場合もある）と

呼ばれるものがある。変形照明法は、光学系の光軸上に遮光板のある開口絞りを、均一な面光源を作るライトインテグレーターの射出面近傍に配置して、マスクに露光光束を斜めに入射させる方法であり、例えば、公開特許平成4年26715号公報、公開特許平成2年21312号公報、公開特許平成5年47628号公報などに提案されている。変形照明法は、開口絞りの形状により、輪帯照明法、四重極照明法などがある。

#### 【0009】

輪帯照明法 (Annular) は、図24に示すように、ドーナツ形状の有効光源領域VIを投影光学系の瞳面上に有するものであって、有効光源の中心部分の光が細い線幅の結像に寄与しないため、中心部分の光を物理的な絞り等を用いて遮光し、全体の解像力を向上させている。四重極照明法は、図25に示すように、光軸Saを中心として所定の半径を有する円周方向の位置に4つの所定強度の有効光源領域VIを投影光学系の瞳面上に有するものであって、有効光源の中心部分の光束に加えて十字型の領域NIの光も遮光することによって、縦横方向のパターンの解像力と焦点深度を飛躍的に向上させている。ここで、図24は、輪帯形状の開口絞りの平面図、図25は、四重極形状の開口絞りの平面図である。一般に、ICやLSIの回路パターンは、縦横方向に辺を有するパターンで構成されており、斜め方向に辺を有するパターンは少ないので、このような照明法が有効な手段として用いられている。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した照明法に共通して要求される機能としては、マスクパターンの寸法及び配列がプロセス毎に変化する場合において、照明条件（具体的には、有効光源形状）を自由に変更することができないために、最適な照明条件で露光を行うことができず高解像度を得られないという問題がある。

#### 【0011】

輪帯照明法や多重極照明法はマスク上のパターンを高精度及び高解像でウェハ上に投影するための手段であるが、マスク上のパターンは一般に縦横方向に配列された線分の集合が想定され、例えば、二重極照明法では、オプティカルインテ

グレーターの射出側に配置される開口絞りとして、図 26 に示すように、光軸 S a を中心として横並びに 2 つの所定強度の有効光源領域（即ち、開口部）V I を有するような形状の開口絞りが使用されている。ここで、図 26 は、二重極形状の開口絞りの平面図である。図 26 に示す開口絞りは、縦方向のパターンに高解像が要求される場合と、横方向のパターンに高解像が要求される場合とでは開口部 V I の配置が横並びと縦ならびに使い分けがなされていて、更に、パターンの線幅や走査露光精度によって、開口部 V I の径も変更される。従って、図 27 に示すように、ターレット板 1000 の上に、複数の有効光源形状を作成するための開口絞り 1100 a 乃至 1100 f が配置され、選択的に光路上に挿脱されて使用されている。図 27 は、複数の開口絞り 1100 a 乃至 1100 f を変更するためのターレット板 1000 の平面図である。

#### 【0012】

当然の事ながら、開口絞り 1100 a 乃至 1100 f は、有限個の絞り板をマスクのパターン形状によって使い分けるために多くの種類を準備しておく必要があり、前述したように、パターンの着目方向が、縦方向又は横方向に変化する事によっても絞り形状の選択が変化する。もちろん、縦横方向以外の斜め方向のパターンに着目した場合には、更に異なる絞り形状を使用する必要が発生して、ターレット板 1000 の構成が非常に複雑になってしまう。

また、ターレット板 1000 が実際に使用される場合の装置の加工精度、組み立て精度及び補正精度による誤差分を修正するための機能についても問題を有する。例えば、公開特許 2000 年 164498 号公報によれば、マスクとウェハを同期走査してマスクのパターンをウェハに投影露光する走査型投影露光装置が提案されているが、実機上の精度を測定した場合、非走査方向の同期精度に対して、走査方向の同期精度が劣っているため、結像性能についても、走査方向と、非走査方向での解像力に差が生じることとなる。従って、輪帯照明の際に、通常では、図 28 に示すように、円形状の有効光源領域 V I b を有するような形状の開口絞りを使用しているのに対し、公開特許 2000 年 164498 号公報では、図 29 に示すように、楕円形状の有効光源領域 V I d を有するような形状の開口絞りを使用して、走査方向と非走査方向での光束に非対称性を持つようにしてい

る。ここで、図 28 は、輪帯形状が円形状の開口絞りの平面図、図 29 は、輪帯形状が楕円形状の開口絞りの平面図である。

#### 【0013】

しかし、公開特許 2000 年 164498 号公報では、図 29 に示すような輪帯形状が楕円形状の開口絞りをターレット板に追加することは提案しているが、多重極照明に関しては言及されておらず、また、その楕円形状の開口絞りは形状が固定されており、その楕円の大きさや、偏平率を調節することが不可能な構成となっている。

#### 【0014】

そこで、本発明は、マスク上のパターン形状にあわせて、最適な有効光源領域（照明光束の形状）が得られると共に、それぞれの部分有効光源を相対的に変位させることができる照明光学系、当該照明光学系を有する露光装置及びデバイス製造方法を提供することを例示的目的とする。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての照明光学系は、光源からの光束でマスクを照明する照明光学系において、前記光束から光軸に対して偏心した所定の形状の有効光源領域を形成する有効光源形成手段と、前記所定の形状を連続的に可変とする形状可変手段とを有することを特徴とする。

#### 【0016】

本発明の別の側面としての照明光学系は、光源からの光束でマスクを照明する照明光学系において、前記光束から光軸に対して偏心した扇型形状の有効光源領域を形成する有効光源形成手段と、前記扇型形状の有効光源領域を切り出し、円周方向の形状を連続的に可変とする形状可変手段とを有することを特徴とする。前記形状可変手段は、前記扇型形状の有効光源領域の径方向の形状を連続的に可変とすることを特徴とする。前記有効光源形成手段は、独立した 2 つの前記有効光源領域を形成することを特徴とする。前記有効光源形成手段は、独立した 4 つの前記有効光源領域を形成することを特徴とする。前記形状可変手段は、少なくとも一以上の第 1 の所定の形状の開口から形成され、前記光束を通過させるため

の第1の開口部を有する第1の絞り板と、第2の所定の形状の開口から形成され、前記第1の開口部を通過した前記光束を通過させるための第2の開口部を有する第2の絞り板とを有し、前記第1の開口部と前記第2の開口部を組み合わせることによって、前記光束から形成される前記有効光源領域の形状を成形することを特徴とする。前記第1の所定の形状と第2の所定の形状とは略等しいことを特徴とする。前記第1、第2の所定の形状は、扇型形状、円形状、楕円形状、又は多角形状のいずれかであることを特徴とする。前記光源と前記形状可変手段との間に、前記有効光源領域の形状を調整可能とする形状調整手段を更に有することを特徴とする。前記形状調整手段は、プリズムを含み、前記有効光源領域の面積の相対比を変更することを特徴とする。前記プリズムは、円錐形状又は角錐形状であることを特徴とする。前記形状可変手段の前記光源側に少なくとも一の挿脱自在なシリンドリカルレンズを有し、前記有効光源領域の縦横比を調整可能とした事を特徴とする。前記シリンドリカルレンズの母線方向は、前記有効光源領域の前記光軸に直交する面内で回転調整が可能であることを特徴とする。前記形状調整手段の射出側に前記有効光源領域の形状を検知する検知手段を有することを特徴とする。

#### 【0017】

本発明の更に別の側面としての投影露光方法は、コンタクトホールパターンと、当該コンタクトホールパターンよりも寸法の小さな補助パターンとが配列されたマスクを上述の照明光学系により照明するステップを有する投影露光方法であって、前記照明光学系は、前記コンタクトホールパターンを解像する照明を行うと共に、当該照明による前記補助パターンの偽解像を抑制する照明を行う。

#### 【0018】

本発明の更に別の側面としての露光装置は、上述の照明光学系によりマスクを照明し、当該マスクを経た光を投影光学系を介して被処理体に照射して当該被処理体を露光することを特徴とする。

#### 【0019】

本発明の更に別の側面としてのデバイス製造方法は、上述の露光装置を用いて被処理体を投影露光するステップと、前記投影露光された前記被処理体に所定の

プロセスを行うステップとを有することを特徴とする。かかるデバイス製造方法の請求項は、中間及び最終結果物であるデバイス自体にもその効力が及ぶ。また、かかるデバイスは、例えば、LSIやVLSIなどの半導体チップ、CCD、LCD、磁気センサー、薄膜磁気ヘッドなどを含む。

#### 【0020】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の例示的一態様である露光装置1について説明する。

#### 【0022】

図1は、本発明の一側面としての露光装置100の例示的一態様を示す概略構成図である。露光装置100は、パターンの形成されたマスク18を照明し、マスク18に形成されたパターンの一部をウェハ21上に投影露光する露光装置の例であって、マスク18とウェハ21とを同期して走査し、マスク18上のパターンをウェハ21上に逐次転写露光する走査型投影露光装置である。なお、本実施形態では、走査露光型の投影露光装置を例に説明するが、一括露光型の投影露光装置についても本発明が適用可能であることは言うまでもない。

#### 【0023】

図1を参照するに、ショートアーク型水銀ランプ1から放射状に拡散する照明光（露光光）は集光ミラー2へと照射されているが、集光ミラー2の内表面は放物楕円面の一部を切り取った形状の反射面を有しており、集光ミラー2の第1焦点から放射状に出射した光は、楕円の内面で反射すると第2焦点に集光する特性を有しているために、光源であるランプ1の輝点を集光ミラー2の第1焦点に一致させて配置すると、ランプ1から放射状に拡散した照明光は第2焦点に集光する。

#### 【0024】

集光ミラー2の反射面には熱線透過膜がコーティングされていて、ランプ1か

ら拡散した照明光の内、熱線の成分は集光ミラー 2 を透過して、その他の波長成分だけが反射される。更に、波長選択フィルタによって露光に不必要な波長成分を更に排除して上述の第 2 焦点側へ照明光を集光させている。

#### 【0 0 2 5】

なお、ランプ 1 は、図示しないランプステージ上に固定されていて、集光ミラー 2 に対して相対的に移動することが可能となっているが、ランプステージ内に設置された図示しないランプ識別手段によってランプの種類が特定され、特定された種類に応じて、図示しないランプ用電源からランプ 1 に供給する電力の調整が行われている。又、集光ミラー 2 によって反射及び集光された照明光はシャッター 3 によって、投光又は遮光の切り換えが可能となっており、シャッター 3 の開口時間によってマスク 1 8 及びウェハ 2 1 に照明光が照射される時間が制御され、投影露光のための照射エネルギーが調整されている。

#### 【0 0 2 6】

光束成形手段 4 0 は、第 1 の光学系（第 1 のコンデンサーレンズ）4 と第 2 の光学系（第 2 のコンデンサーレンズ）1 0 との二つの光学系を有しており、集光ミラー 2 の第 2 焦点近傍に形成された発光部像を、折り曲げミラー 5 及び、後述する光束調整素子 6 乃至 9 を介してオプティカルインテグレーター 3 0 の入射面に結像している。

#### 【0 0 2 7】

光束調整素子 6 及び 7 は円錐プリズム、又は屋根型プリズム、又は角錐プリズムの凹凸形状を組み合わせて挿脱可能に配置したものであって、第 1 の光学系 4 を通過した照明光の断面形状を輪帯形状等に成形するものである。また光束調整素子 8 及び 9 はシリンドリカルレンズ又はトーリックレンズの凹凸形状を組み合わせて挿脱可能に配置したものであって、照明光束の光軸に概ね垂直な面内で前記光束の縦横比率を調整した光束形状に成形するものである。

#### 【0 0 2 8】

光束調整素子 6 から光束調整素子 7、及び、光束調整素子 8 から光束調整素子 9 の間隔は調整可能な構造であって、成形される光束の形状は連続的に可変となっているが、光束成形手段 4 0 全体では射出側でテレセントリックとなっている。

。

## 【0029】

以上の構成により、照明光は、光束形状が形成された後に、第2の光学系10によって集光され、オプティカルインテグレーター30に導光される。

## 【0030】

オプティカルインテグレーター30は、複数の微小レンズを二次元的に配列した構成となっており、その射出面近傍に2次光源を形成し、開口絞り11によって照明光を切り出して、照明光束の形状が所望の形状となるように更に厳密に成形する。

## 【0031】

ここで、開口絞り11及びその周辺の光学系の構成について更に詳細に説明する。オプティカルインテグレーター30より射出された2次光源の光束は、後述する投影光学系20によってマスク18上のパターンをウェハ21上に投影露光する。この時、解像度Rは、上述したように数式1で示される。

## 【0032】

通常、0.7乃至0.8が実用領域とされるNAに対し、 $k_1$ は、位相シフト法を用いて0.35程度の値とすることができ、高い解像度を得るためにNAを大きく設計すると、ウェハ21上での焦点深度が浅くなってしまうため、上述したように、輪帯照明法や多重極照明法が用いられ、高い解像度と、深い焦点深度の両立を実現している。

## 【0033】

輪帯照明法では、露光装置100の開口絞り11の位置に、図24又は図28に示したような輪帯状の開口（即ち、有効光源）を持つ絞り板を挿入し、マスク18側へ照射される照明光の形状を調整しており、例えば、図24に示した開口絞りでは、内輪側の開口数NA1が $0.45 \leq NA1$ 、外輪側の開口数NA2が $NA2 \leq 0.85$ 、NA1とNA2との比率が1/2乃至3/4程度のものが一般的である。

## 【0034】

このような輪帯形状の照明光束を成形する場合は、露光装置100の構成にお



いて光束成形手段40の中で、光束調整素子6の位置に、図2に示すような、凸型の円錐プリズム52を挿入し、輪帯状の光束を成形すると共に、光束調整素子7の位置に円錐プリズム52と逆の凹形状の円錐プリズムを挿入して、照明光束のテレセンを保持する。この時、凸型の円錐プリズム52と凹形状の円錐プリズムとの間隔を調整する事によって、輪帯形状の内輪側の開口数NA1を調整することが可能となる。更に、従来から提案されているように、開口絞り11の位置に、輪帯の外輪側の開口数NA2を調整するための図示しない虹彩絞りを配置することによって、輪帯照明の輪帯形状を連続的に調整することが可能となっている。ここで、図2は、輪帯形状の照明光束を成形する円錐プリズム52の斜視図である。

#### 【0035】

但し、オプティカルインテグレーター30を出射した後に、図24又は図28に示される固定型の開口絞りによって開口形状（即ち、有効光源形状）を決定することも可能である。かかる場合は、光束調整素子6及び7の位置に配置される凸型の円錐プリズム52及び凹型の円錐プリズムの形状と間隔を調整して、開口絞り11に照射される照明光束の形状が、開口絞り11の開口形状より若干広い範囲となるように成形することで、照明光を有効に使用することができる。

#### 【0036】

照明光の光束形状を所望の形状に成形する技術に関しては、例えば、公開特許平成5年251308号公報や公開特許2001年35777号公報に記載されているため各光学素子の詳細な配置方法の説明は省略する。本発明の更に望ましい実施形態は、光束成形手段40の射出位置以降に光束形状を検知するための照明領域検出手段60を挿脱可能に配置することであり、かかる構成により、光束の形状を検知しながら、光束の形状の調整を行うことが可能となる。

#### 【0037】

照明領域検出手段60は、例えば、露光装置100において、オプティカルインテグレーター30の入射面位置に二次元センサーを配置することで実現してもよいが、本実施形態では、開口絞り11を開放状態とし、ハーフミラー25によって照明光の一部を反射した後に二次元センサー12上に照明光束の像を取り出

して、照明光束の断面形状を検知可能としている。照明光束の形状が検知された後に開口絞り 11 を開放状態から所望の形状へと変更し、再度、二次元センサー 12 によって光束形状を検知して、双方の形状を比較及び調整する事によって、照明光を開口絞りによって無駄に遮光すること無く、有効に利用する事が可能となる。

#### 【0038】

また、多重極照明法を行う場合は、光束成形手段 40 の中で光束調整素子 8 の位置に、図 3 に示すような凸型の角錐プリズム 56 を挿入することによって、照明光束を独立した複数の光束に分離すると共に、光束調整素子 7 の位置に更に凸型の角錐プリズム 56 に対応した凹型の角錐プリズムを配置することで、照明光束のテレセンを保持する。ここで、図 3 は、多重極形状の照明光束を成形する角錐プリズム 56 の斜視図である。なお、光束調整素子 6 乃至 9 は、着脱可能であって、全てが同時に存在する必要はなく、また、光束調整素子 6 と光束調整素子 7 との間隔、又は、光束調整素子 8 と光束調整素子 9 との間隔をそれぞれ密着状態として、照明光束に変化を加えないことも可能である。

#### 【0039】

以上のように形成された照明光が、オプティカルインテグレーター 30 を通過して、複数の 2 次光源を形成し、開口絞り 11 によって更に光束形状が限定される。図 4 は、本発明の特徴的な開口絞り 11 の開口変更機構 200 の構成を示す斜視図であり、例えば、図 27 に示したターレット板 1000 上の、例えば、四重極形状の開口絞り 1100d の位置に、2 枚の絞り板 210 及び 220 を重ねて配置している。開口変更機構 200 は、オプティカルインテグレーター 30 が形成した有効光源形状を切り出し、円周方向の形状を連続的に可変とする形状可変手段の機能を有する。2 枚の絞り板 210 及び 220 には、図 5 に示すように、それぞれ複数の扇型の開口部 212 及び 222 が設けられており、それぞれの絞り板 210 及び 220 が図中矢印方向に回転駆動可能となっている。ここで、図 5 は、2 枚の絞り板 210 及び 220 が形成する開口形状を説明するための斜視図である。

#### 【0040】

回転駆動用のアクチュエーター 2 3 0 は、絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 のそれぞれについて独立に設置されていても良いが、例えば、図 4 に示すように、1 つのアクチュエーター 2 3 0 によって 2 枚の絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 を逆方向に回転駆動しても良い。図 4 において絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 の外周には歯車が成形されており、ギア 2 3 2、2 3 4 及び 2 3 6 にもモジュールの等しい歯車が成形されている。ここでアクチュエーター 2 3 0 の駆動によってギア 2 3 6 が反時計回りに回転するとギア 2 3 6 とかみ合わせ状態にある絞り板 2 2 0 は時計回りに回転する、一方、ギア 2 3 4 は絞り板 2 2 0 と同様に反時計回りに回転して、ギア 2 3 2 も同一方向に回転するが、絞り板 2 1 0 はギア 2 3 2 によって時計回りに回転する。以上のように絞り板 2 1 0 と絞り板 2 2 0 は、一個のアクチュエーター 2 3 0 によって互いに逆方向に回転することとなり、図 5 に示す開口形状 2 4 0 は中心軸に対して左右対称に開口巾が広がる方向に駆動される。例えば絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 のそれぞれにあけられた 4 個の開口部形状がすべて同一で、しかも回転方向に対して均一に配置されている場合は、共通の開口部 2 4 0 も 4 個所の形状がすべて同一で、かつ均等に配置された状態で、4 個の開口巾が同時に拡大あるいは縮小されるように駆動する。

#### 【 0 0 4 1 】

重ねて配置される絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 は、図 5 に示される形状及び枚数に限定されるものではなく、絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 の開口形状を調整することで、図 6 に示すような有効光源領域 V I を形成するか、或いは、図 7 に示すように、2 つの扇型が相対した有効光源領域 V I を形成することも可能である。更に、図 8 に示すように、円周方向に等間隔以外の配置で、有効光源領域 V I を形成することも可能である。ここで、図 6 は、斜め方向の有効光源領域 V I を形成する開口絞りの平面図、図 7 は、2 つの扇型が相対した有効光源領域 V I を形成する開口絞りの平面図、図 8 は、円周方向に等間隔以外の配置で、有効光源領域 V I を形成する開口絞りの平面図である。即ち、開口変更機構 2 0 0 は、扇型、或いは、円形、或いは、楕円形、或いは、多角形の開口部を有する絞り板を複数枚重ねて配置し、それぞれの絞り板を独立に駆動する事によって、開口部が組み合わさった共通の開口部を新たな開口となし、所望の開口形状を設定可能としている

。特に、複数の絞り板を光軸を中心に回転する事によって、円周方向の開口形状を変更調整することができる。なお、同様にして、径方向の開口形状を変更調整することも可能であることは言うまでもない。

#### 【 0 0 4 2 】

本実施形態では、図 9 に示されるような、4 つの有効光源領域 V I を有する一般的な四重極照明の開口絞りと類似した開口絞りである。図 6 に扇型の有効光源領域 V I が X 字状に配置された四重極絞りを用いているが、マスク 1 8 上のパターンによっては、図 1 0 に示すように、十字状に有効光源領域 V I が配置された開口絞りを用いることもある。ここで、図 9 は、X 字状に有効光源領域 V I を形成する開口絞りの平面図、図 1 0 は、十字状に有効光源領域 V I を形成する開口絞りの平面図である。このような開口絞りの変更は、実施形態がもっとも容易に対応できる例であって、図 4 に示す絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 の回転駆動用のアクチュエーター 2 3 0 を複数の絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 のそれぞれに配置することで、複数の絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 を同位相で回転し、全体を回転することで実現することができる。

#### 【 0 0 4 3 】

但し、図 4 に示す構成に加えて、複数の絞り板 2 1 0 及び 2 2 0 全体をまとめて回転させることができるアクチュエーターを更に用いることで、全体の回転を実現させてもよい。

#### 【 0 0 4 4 】

なお、図 1 1 に示す開口絞りは、図 1 0 に示す開口絞りを更に変形させた例を示しており、例えば、マスク 1 8 に形成された縦縞パターンと、横縞パターンのそれぞれについての解像条件を変えて投影露光を行う場合などにおいて、縦方向の開口絞り形状と、横方向の開口絞り形状とを異なった形状にしたい場合に有効である。図 1 1 に示す有効光源領域 V I の形状（即ち、開口形状）は、図 5 に示す絞り板 2 1 2 の円周方向の幅を狭く設定するか、或いは、絞り板を 4 枚又は 8 枚で構成して、それぞれ回転駆動することによって、四重極の有効光源領域のそれぞれを独立に形状変更することが可能であり、容易に成形することができる。図 1 1 は、図 1 0 に示す開口絞りの変形例である開口絞りの平面図である。

## 【 0 0 4 5 】

更に、扇型形状の内輪側及び外輪側の径も、従来使用されている虹彩絞りとの組み合わせによって調整可能であるが、単純に構成を追加するだけであるため、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 4 6 】

例えば、図 1 のマスク 1 8 として図 1 2 に示すマスク 3 0 0 a のような所望のコンタクトホールパターンが所定の周期で配置され、その周辺に補助パターン（ダミーのコンタクトホールパターン）が配置されたものを使う。ここで、図 1 2 は、所望のコンタクトホールパターン及び補助パターンを形成したバイナリマスクの概略図である。図 1 2 のマスクは、透光部である所望のコンタクトホールパターン 3 0 2 及び補助パターン 3 0 4 と、遮光部 3 0 6 とから構成されている。なお、マスクとしてはバイナリマスクを使用している。コンタクトホールパターン 3 0 2 及び補助パターン 3 0 4 は、ホール径を  $P$  とすると縦横方向にピッチ  $P_0 = 2P$  で整列しており、コンタクトホール列を 2 次元的に形成する。

## 【 0 0 4 7 】

このマスク 3 0 0 a に対して、コンタクトホールを解像するための十字斜入射照明と、その十字斜入射照明によって生じる偽解像を抑制する（即ち、偽解像パターンに対応する露光量は抑え（露光量の増加小）、所望のコンタクトホールパターンの露光量を強調する（露光量の増加大））ような照明を行うことで、所望のコンタクトホールパターンをプレート 2 1 に解像力良く露光することができる。以下、その詳細について述べる。

## 【 0 0 4 8 】

コンタクトホールのピッチが小さいと図 1 2 のマスク 3 0 0 a を用いて少  $\sigma$  照明をした場合には、投影光学系 2 0 の瞳面における回折光は、0 次回折光を除き他の回折光は瞳外へ外れてしまう。図 1 3 に示すように、0 次回折光 4 1 0 が生じ、他の回折次数の回折光は瞳面上において、回折光 4 1 1 乃至 4 1 8 のようになる。よって、0 次以外の回折光は投影レンズの瞳の外へ出てしまい、このような条件のもとではパターンの像が形成されない。ここで、図 1 3 は、図 1 2 に示

すマスク 300a に小  $\sigma$  照明したときの投影光学系 20 の瞳面上の回折光の位置と、斜入射照明をしたときの回折光の移動する位置を示した模式図である。

#### 【0049】

そこで、これらの回折光 411 乃至 418 が瞳に入るような照明をする必要がある。例えば、2 つの回折光 410 及び 415 を例にとって、かかる 2 つの回折光が図 13 に示す投影光学系 20 の瞳面の斜線領域に来るようにするには、図 14 で示される有効光源面において、暗い矩形の領域 a で示されるように斜入射照明を設定する。410' 及び 415' で示される回折光はクロス及び斜線で示す矩形領域 b1 及び b2 にそれぞれ移動し、投影光学系 20 の瞳両端に入射することになる。一つの矩形で示される有効光源で 2 つの回折光が瞳に入射し、両者の干渉によりプレート 21 に等ピッチの直線状の干渉縞が形成される。同様に、2 つの回折光 410 及び 417 においても 410 及び 415 で説明した斜入射照明を設定することができる。すなわち領域 C1 で示されるように斜入射照明を設定する。このような矩形の有効光源領域を図 15 に示すように 4 つ組み合わせることにより、プレート 21 には縦と横の等ピッチ直線状の干渉縞が形成され、光強度の重なった交点に強度が大きい部分と小さい部分が 2 次元周期的に現れる。このときの有効光源形状を図 16 (a) に示すように、十字に配置された瞳の半径方向に直交する方向に長手を有する 4 つの矩形となる。

#### 【0050】

図 12 に示すマスク 300a では、所望のコンタクトホールパターンのホール径の大きさが、補助パターンより大きくしてあるので、その部分のみ周辺より強度が大きく、所望のコンタクトホールパターンがプレート 21 に形成されることになる。しかしながら、単に十字型の斜入射照明をただけでは、プレート 21 には、図 17 (a) 及び (b) に示すように偽解像パターンが生じてしまい、所望のコンタクトホールパターン以外にも不必要なパターンが生まれてしまう（ここで、図 17 は右側の開口絞りの開口形状に対応したプレート 21 での解像パターンのシミュレーションを示した図である）。

#### 【0051】

つまり、露光量で考えると、図 18 に示す細い実線で描かれた波線のような

り、所望径露光量レベル（レジストの閾値）においては、所望パターン  $P_1$  の間に偽解像パターン  $P_2$  が生じてしまっているのである（ここで、図 18 は十字斜入射照明及び本発明の変形照明における露光量及び当該露光量に対応するプレート 21 での像を示した図である）。

#### 【0052】

そこで、図 13 に示すように、瞳面上で 2 つの回折光位置を直線的に結んで表される領域  $c$  を除き、少なくとも 1 つの回折光のみ瞳面に入射する有効光源形状を加える。この場合は一つの回折光としては 0 次光とするのが斜入射角を小さくできるので都合が良い。図 19 に有効光源形状の一例を示す。このような照明を行うためには、例えば、1 つの回折光  $410'$  が瞳面において暗い扇型の領域  $a$  として示されるように照明を設定すればよい。これにより、 $410'$  で示される回折光は明るい扇型として示される領域  $b$  にそれぞれ移動し、回折光が瞳面に入射することになる。このような条件に相当するものは合計 4 つ存在し、結局図 16 (b) に示すような形の有効光源となる。

#### 【0053】

このように、照明系は、2 つの回折光が瞳に入射する有効光源形状（図 16 (a) 参照）と、1 つの回折光が瞳に入射する有効光源形状（図 16 (b) 参照）を足し合わせた、図 16 (c) に示されるような中央が十字状に抜けた有効光源を持つ変形照明を行うことができる。このような有効光源形状を有する変形照明を行うことで、プレート 21 面上では、図 17 (c) に示すように偽解像が消滅して所望のパターンのみを得られることが理解される。

#### 【0054】

つまり、プレート 21 での露光量は図 18 に示す太い実線で描かれた波線のようになり、所望径露光量レベル（レジストの閾値）において、マスクの所望のパターンに相当する部分の露光量のみが増加され、偽解像パターンが消失した所望パターン  $P_3$  のみを得ることができるのである。

#### 【0055】

以上より、図 12 のマスク 300a に対して、図 16 (c) ような有効光源形状を有する変形照明を行うことで、コンタクトホールパターンの解像力が良くな

ることがわかる。

#### 【0056】

本実施形態では、図16(c)の有効光源形状のうち、コンタクトホールを解像するための照明を行うための部分を領域1とし、その照明によって生じる偽解像を抑制する(所望のコンタクトホールパターンと補助パターンのコントラストをよくする)照明を行うための部分を領域2とする(参照:図20)。

#### 【0057】

このような領域1及び領域2を有する有効光源形状も、図4に示すような、開口変更機構の絞り板210及び220を適当に構成することで容易に形成することが可能である。

#### 【0058】

一般に用いられている投影露光装置では、開口絞り11近辺での光束径は、50mm乃至150mm程度の有効部を必要としており、図27に示すようなターレット板1000の開口絞り交換手段を使用した場合、切換えの段数によって左右されるが、開口絞りの交換に要する切換え時間は数秒から十数秒を要している。しかし、本発明による、開口絞りの有効光源領域形状の変更方法では、有効径とほぼ同サイズの絞り板210及び220を回転させるだけの構造であるために、1秒以下の時間で、形状の変更を完了する事も可能となった。特に、投影露光においては、ウェハ21の同一位置に対して、複数の照明条件により多重露光を行う方法が提案されており、露光に要する時間に対して、照明条件の切換え時間が重大な比率を占めている。従って、上述したような、切換え方法の変更は単に解像度を向上するだけではなく、生産性の向上も意味している。

#### 【0059】

続いて、開口絞り11から出射した照明光は、ハーフミラー25によって光路が分岐される。

#### 【0060】

ハーフミラー25には、95%以上の透過率を有する半透過膜がコーティングされており、照明光のほとんどは透過するが、一部は反射されて光量を検知するセンサー12上に集光し、光源であるランプ1の出力状態が測定されるようにな



っている。センサー 12 については、本実施形態において、二次元センサーを用いて、照明領域の形状を検知するために使用する方法を示したが、ここでは、照射領域全体の積算光量を検知する目的で使用しているため、二次元センサーである必要はなく、センサーの種類を切換えて使用する事で対応しても良い。ここで検出された光源であるランプ 1 の出力は図示しない主制御系に送信され、ランプ 1 に電力を供給している電源の出力を調整することによって、照明光の強度が目的の値で安定するように調整がなされている。

#### 【0061】

一方、ハーフミラー 25 を透過した照明光はレンズ 14 によって、可動ブラインド 15 上に結像し、可動ブラインド 15 によって形成された開口エリアを通過した光束がレンズ 16 側へ進行する。可動ブラインド 15 の詳細な構成に関しては、例えば、公開特許 10 年 92727 号公報などで説明がされているため、ここでは説明を省略するが、その位置は、光学的にはオプティカルインテグレーター 30 のフーリエ変換面となっており、マスク 18 と光学的に共役な位置となっている。

#### 【0062】

レンズ 16 及び 17 は、可動ブラインド 15 上の像を更にマスク 18 上に結像させるための光学系であって、以上の構成により、可動ブラインド 15 上の像はマスクステージ 19 上に載置されたマスク 18 上に、ある投影倍率  $\beta$  をもって照明光が照射されている。

#### 【0063】

マスク 18 を透過した照明光は投影光学系 20 によって、更にウェハ 21 上に投影され、マスク 18 上にクロム等によって形成されたパターンが、ウェハ 21 上に結像転写される。

#### 【0064】

ここまでの構成は、一括露光型の投影露光装置であっても走査露光型であっても、ほぼ同一であるが、走査露光型の投影露光装置ではマスク 18 及びウェハ 21 が、それぞれ独立して、照明光の光軸と概直交する面内で移動可能なマスクステージ 19 及びウェハステージ 22 上に載置されており、照明光の元でマスク

18とウェハ21を同期して走査することによって露光が行われるようになっている。

#### 【0065】

このため、マスクステージ19は静圧ガイドを介して図示しない構造体に固定されており、図示しないリニアモータ等の駆動系によって走査方向（以下スキャン方向と呼ぶ）に駆動が可能となっており、図示しないレーザー干渉計によって駆動位置を確認しながらステージ制御系の司令に基づいて駆動が行われる。また、ウェハステージ22も同様に静圧ガイドによって図示しない構造体に指示されており、やはり、図示しないリニアモータ等の駆動系によって、スキャン方向と走査方向に対して直交する方向（以下、スリット方向と呼ぶ）の二次元方向への駆動が可能となっている。当然のことながら、ウェハステージ22の駆動もレーザー干渉計によって位置の認識が行われており、ステージ制御系の司令に基づいて駆動が行われている。

#### 【0066】

これらのステージを同期駆動して走査露光が行われるが、走査露光に際してマスクステージ19はステージ制御系の司令に基づいて、マスク18をスキャン方向（またはスキャン方向とは逆方向）に走査するのと同期して、ウェハステージ22はウェハ21をスキャン方向とは逆方向（またはスキャン方向）に走査する。

#### 【0067】

以上のような走査型の露光装置100に関し、公開特許2000年164498号は、上述したように、同期精度の異なる場合に対応して楕円形状の輪帯照明を形成する例を示しているが、本発明ではこのような場合であっても、まず、図4に示す開口変更機構を用いて、例えば、図7に示すような二重極照明に関して、走査方向と非走査方向の照明光束の比率を変更することが可能であり、また、図8に示すような四重極照明の場合においても走査方向と非走査方向の照明光束の比率を変更が容易に可能となる。

#### 【0068】

更に、図21は、照明光の照射形状を調整する手段を加えるためのシリンドリ

カルレンズを示した図である。図 21 を参照するに、シリンドリカルレンズ 70 及び 72 は、凹凸形状の組み合わせを、四重極のそれぞれの極の有効光源領域 V I の照明光束の縦横比を連続的に変更可能となっている。

#### 【0069】

シリンドリカルレンズ 70 及び 72 は、同一の曲率で凹凸形状が異なるように成形されており、円筒面の母線方向が一致して配置されている。従って、断面形状が円形である有効光源領域 V I は、シリンドリカルレンズ 70 に入射した後にまず水平方向の成分が縮小され、次に凹形状のシリンドリカルレンズ 72 によって、光束が偏光光に変換されて、楕円形状の有効光源領域 V I が成形される。

#### 【0070】

以上の構成を、例えば、露光装置 100 の光束調整素子 9 から光束調整素子 10 の位置に挿入すると、例えば、開口絞り 11 の位置に、図 9 に示すような四重極絞りの開口絞りが使用されている場合、四重極照明の有効光源領域 V I を楕円形状として成形することが可能であり、四重極照明の場合においても走査方向と非走査方向の照明光束の比率を変更が容易に可能となる。

#### 【0071】

なお、図 21 に示すシリンドリカルレンズ 70 及び 72 の組み合わせは四組ともに母線方向が一致して描かれているが、それぞれ独立して、母線方向を回転調整可能であるように構成されていることが望ましく、光軸 S a と、各組のシリンドリカルレンズの母線との間隔も調整可能であることが望ましい。

なお、以上の実施例では光源としてランプを用いていたが、その他公知のレーザー光源を使用しても良い。

#### 【0072】

次に、図 22 及び図 23 を参照して、上述の露光装置 100 を利用したデバイスの製造方法の実施例を説明する。図 22 は、デバイス（IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ 1（回路設計）では、デバイスの回路設計を行う。ステップ 2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ 3（ウェハ製造）では、シリコン

などの材料を用いてウェハを製造する。ステップ4（ウェハプロセス）は前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いてリソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

### 【0073】

図23は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では、露光装置100によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ18（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。

なお、ウェハとして、球状の半導体を使用してもよい。以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されずその要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。

### 【0074】

#### 【発明の効果】

本発明の照明光学系によれば、マスク上の回路パターンに対して最適な照明条件を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一側面としての露光装置の例示的一態様を示す概略構成図である。

【図 2】 輪帯形状の照明光束を形成する円錐プリズムの斜視図である。

【図 3】 多重極形状の照明光束を形成する角錐プリズムの斜視図である。

【図 4】 本発明の特徴的な開口絞りの開口変更機構の構成を示す斜視図である。

【図 5】 2 枚の絞り板が形成する開口形状を説明するための斜視図である。

【図 6】 斜め方向の有効光源領域を形成する開口絞りの平面図である。

【図 7】 2 つの扇型が相対した有効光源領域を形成する開口絞りの平面図である。

【図 8】 円周方向に等間隔以外の配置で、有効光源領域を形成する開口絞りの平面図である。

【図 9】 X 字状に有効光源領域を形成する開口絞りの平面図である。

【図 10】 十字状に有効光源領域を形成する開口絞りの平面図である。

【図 11】 図 10 に示す開口絞りの変形例である開口絞りの平面図である。

【図 12】 所望のコンタクトホールパターン及び補助パターンを形成したバイナリマスクの概略図である。

【図 13】 図 15 に示すバイナリマスクに小  $\sigma$  照明したときの瞳面上の回折光の位置と、斜入射照明をしたときの回折光の移動する位置を示した模式図である。

【図 14】 有効光源形状を説明するための模式図である。

【図 15】 有効光源形状を説明するための模式図である。

【図 16】 有効光源形状を説明するための模式図である。

【図 17】 パターン面上での解像パターンのシミュレーションを示した図である。

【図 18】 変形照明における露光量及び当該露光量に対応するパターン上での像を示した図である。

【図 1 9】 有効光源形状の一例を示す図である。

【図 2 0】 有効光源形状を説明するための模式図である。

【図 2 1】 照明光の照射形状を調整する手段を加えるためのシリンドリカルレンズを示した図である。

【図 2 2】 デバイス（I C や L S I などの半導体チップ、L C D、C C D 等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図 2 3】 図 2 2 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

【図 2 4】 輪帯形状の開口絞りの平面図である。

【図 2 5】 四重極形状の開口絞りの平面図である。

【図 2 6】 二重極形状の開口絞りの平面図である。

【図 2 7】 複数の開口絞りを変更するためのターレット板の平面図である。

。

【図 2 8】 輪帯形状が円形状の開口絞りの平面図である。

【図 2 9】 輪帯形状が楕円形状の開口絞りの平面図である。

【符号の説明】

1	ランプ
2	集光ミラー
6 乃至 9	光束調整素子
1 1	開口絞り
1 8	マスク
3 0	オプティカルインテグレーター
4 0	光束成形手段
5 2	円錐プリズム
5 6	角錐プリズム
7 0、7 2	シリンドリカルレンズ
2 0 0	開口変更機構
2 1 0	絞り板
2 1 2	開口部



2 2 0	絞り板
2 2 2	開口部
2 3 0	アクチュエーター

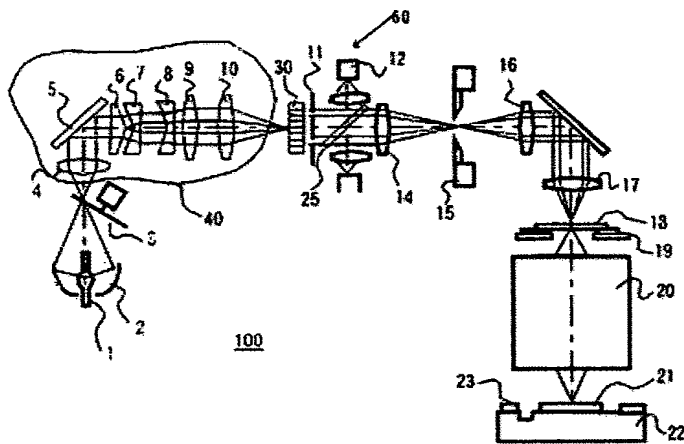




【書類名】

図面

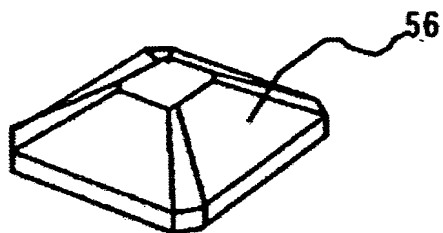
【図 1】



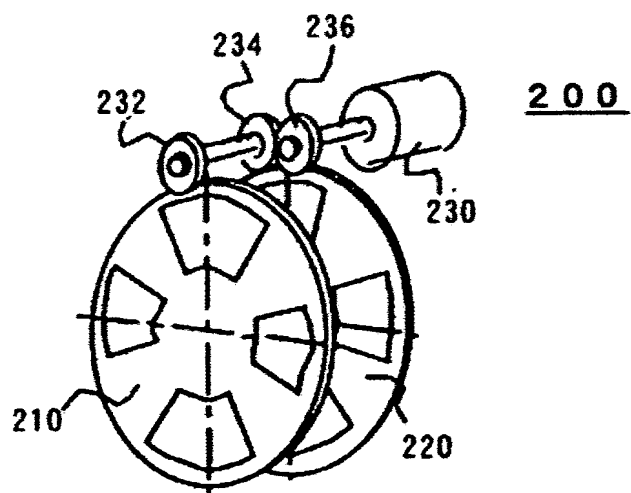
【図 2】



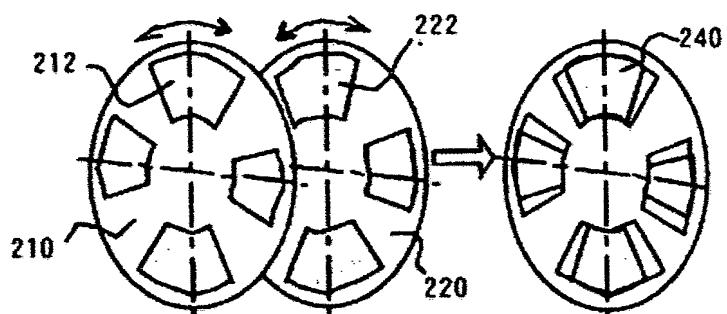
【図 3】



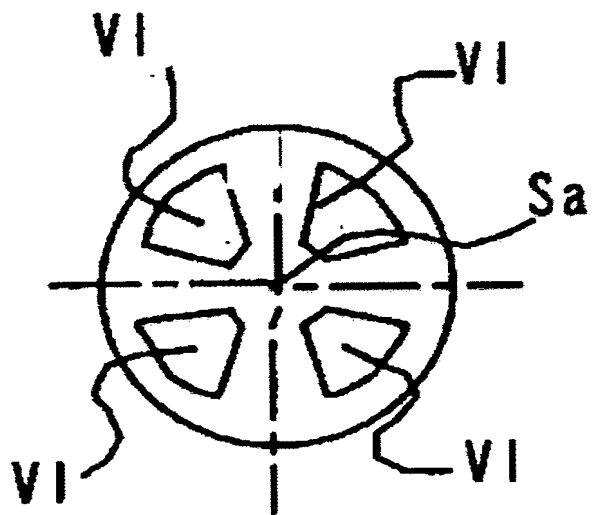
【図 4】



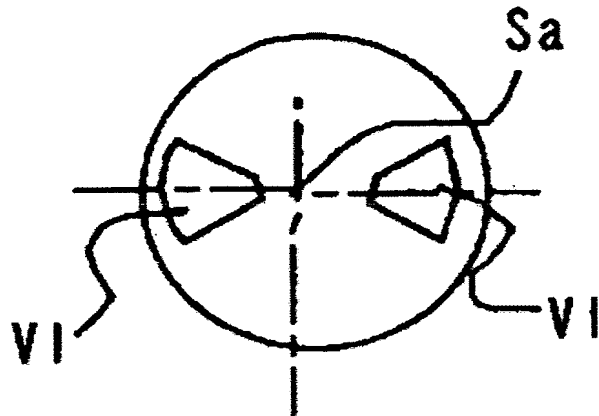
【図 5】



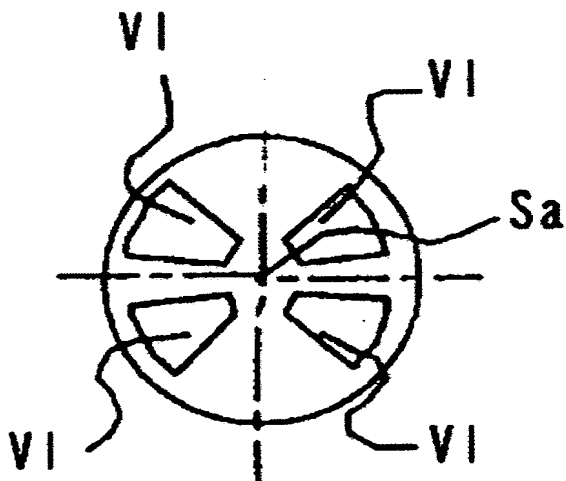
【図 6】



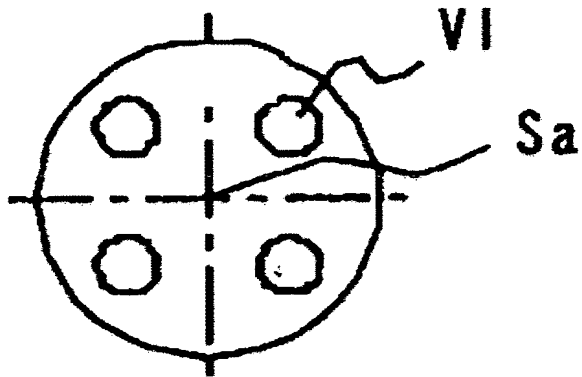
【図 7】



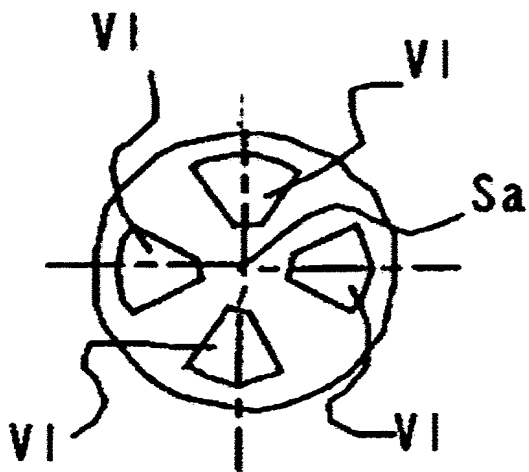
【図 8】



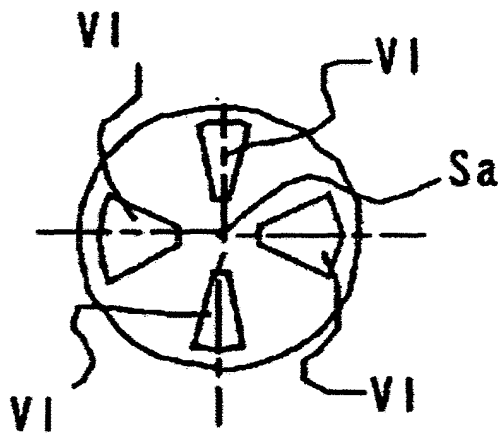
【図 9】



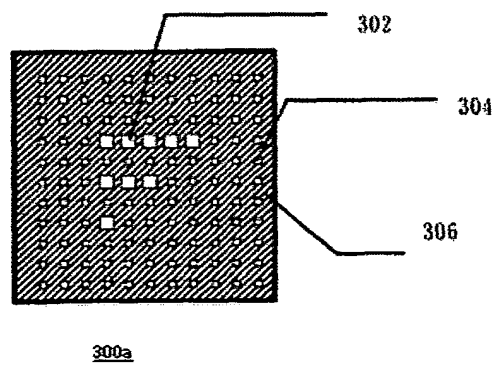
【図 10】



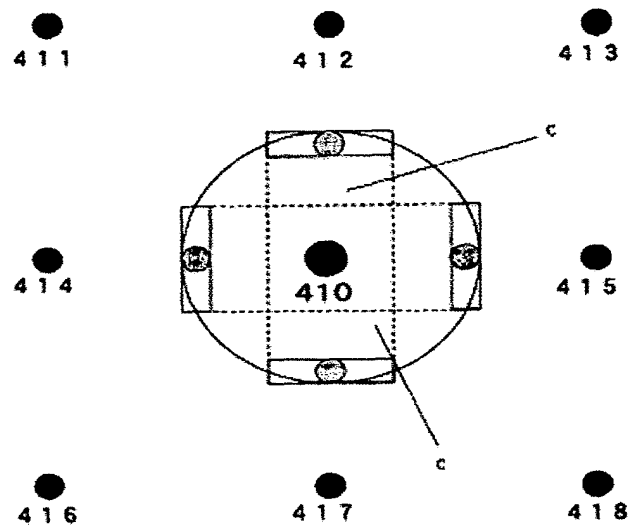
【図 11】



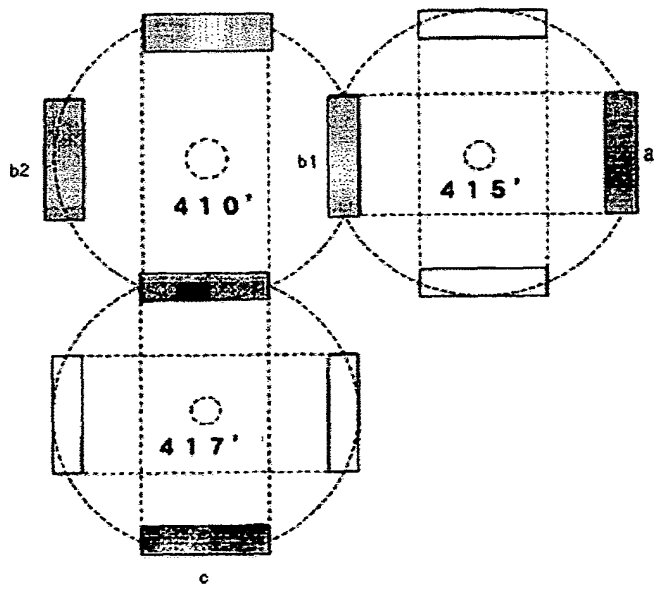
【図 12】



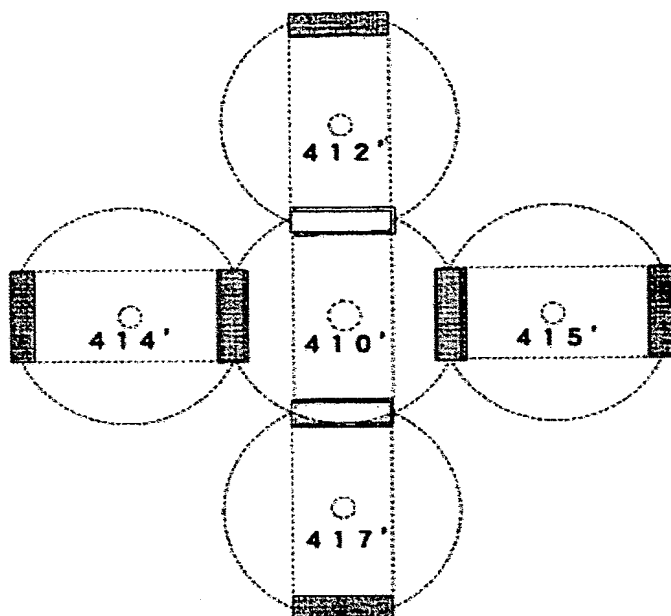
【図 13】



【図 14】

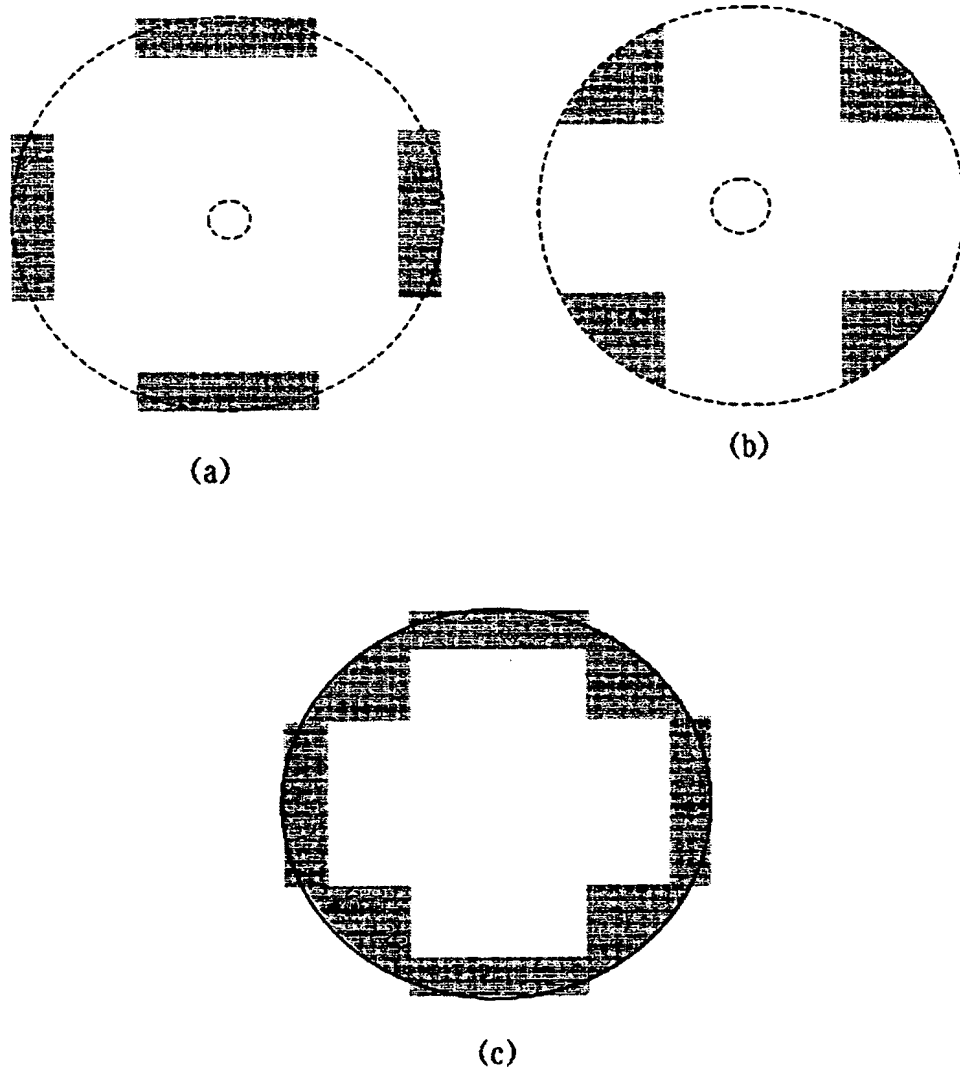


【図 1 5】

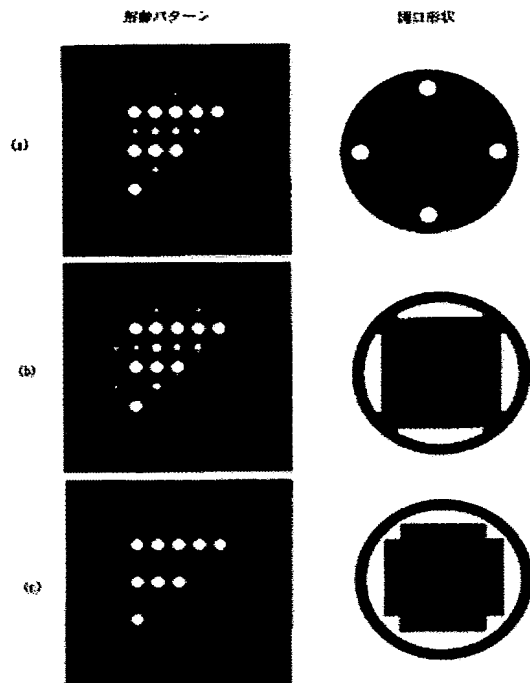




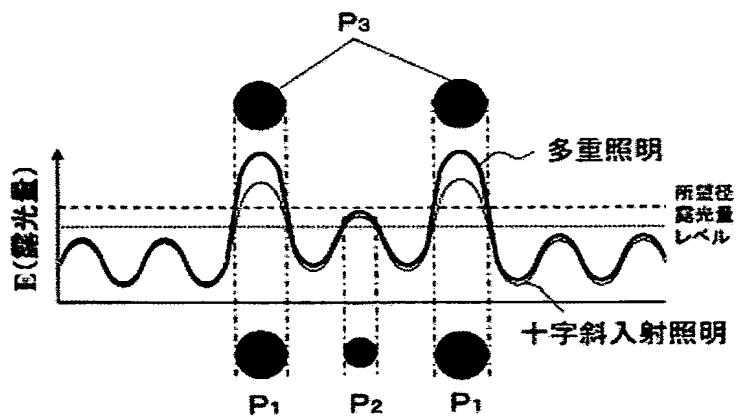
【図 16】



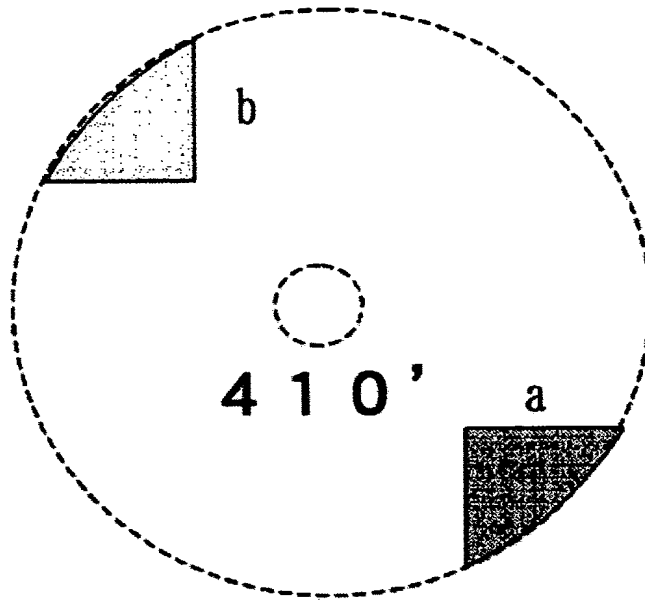
【図 17】



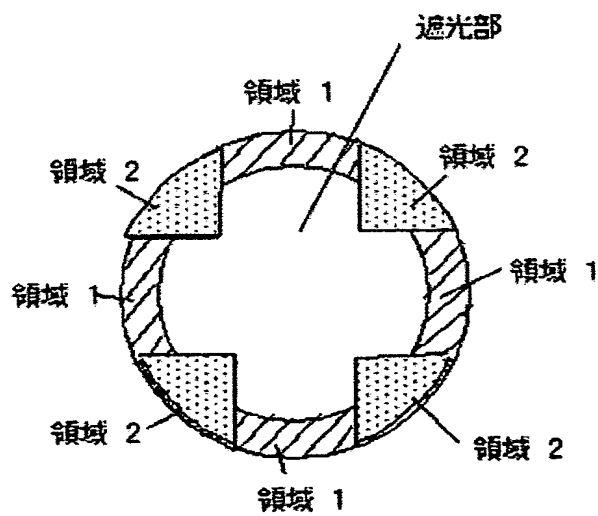
【図 18】



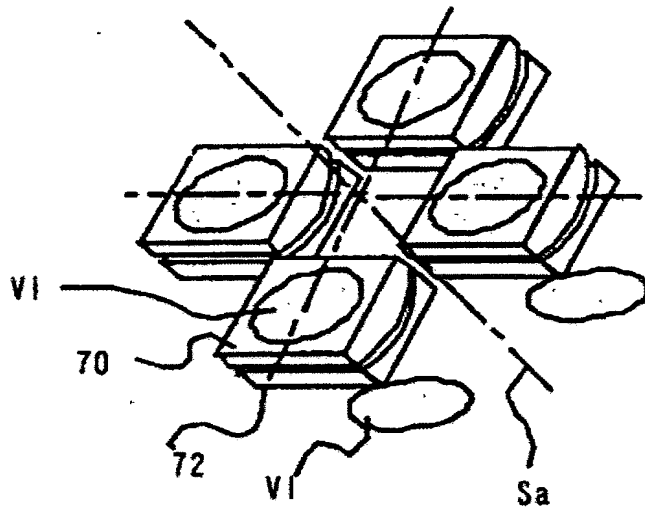
【図 1 9】



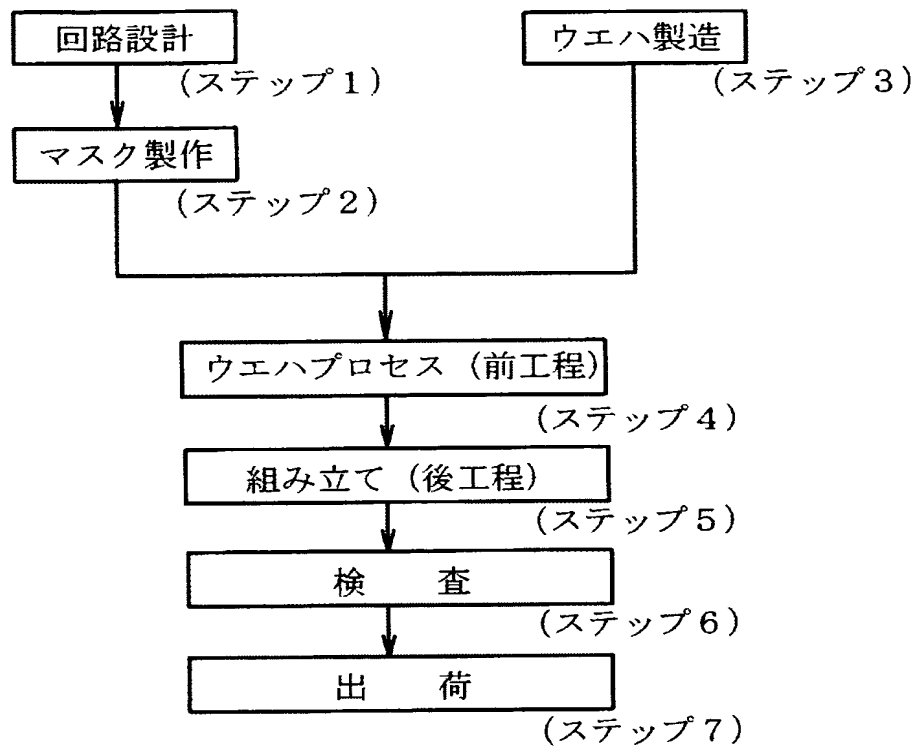
【図 2 0】



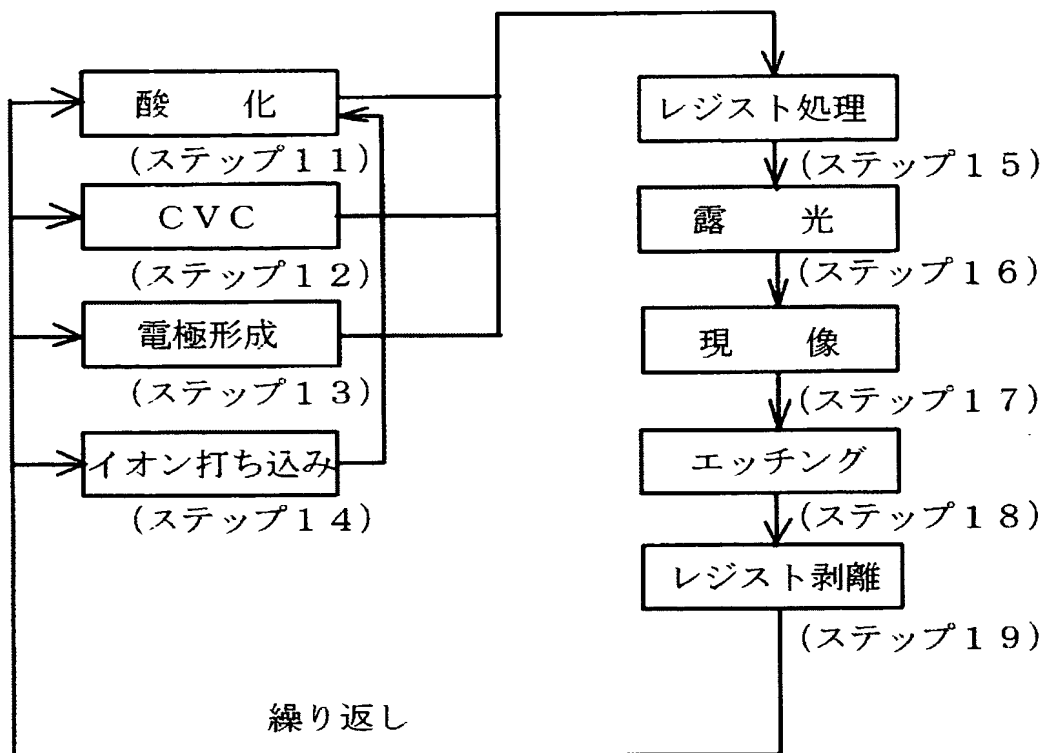
【図 21】



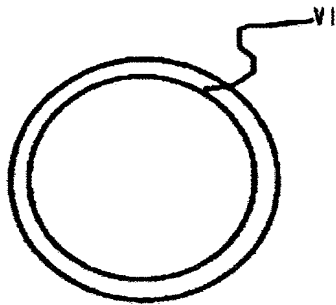
【図 22】



【図 23】

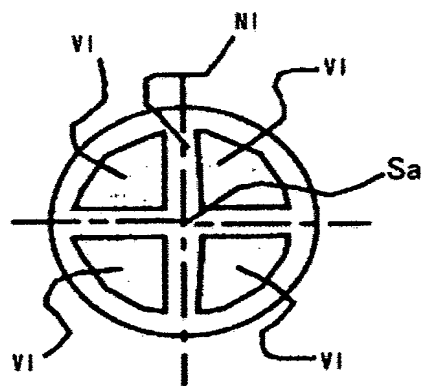


【図 2 4】



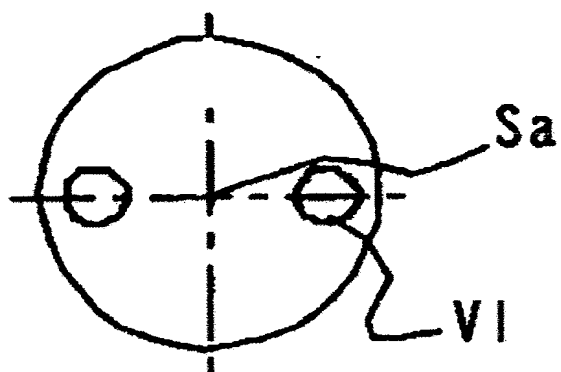
# 輪体照明

【図 2 5】

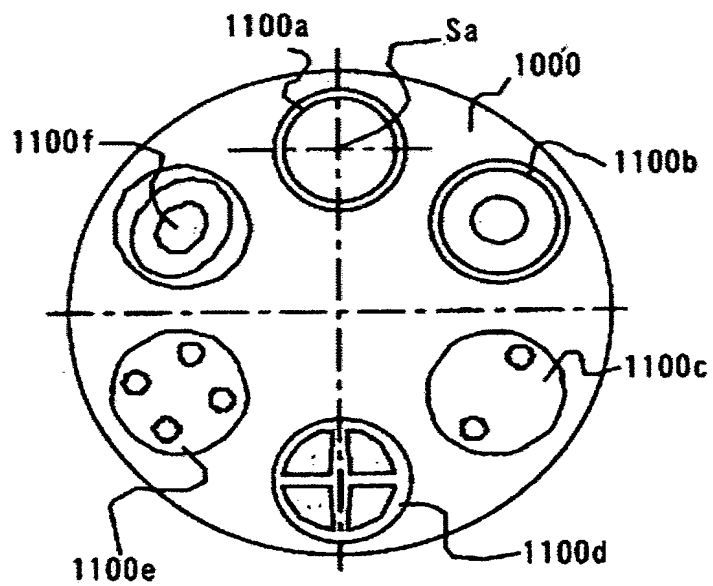


# 四重極照明法

【図 26】

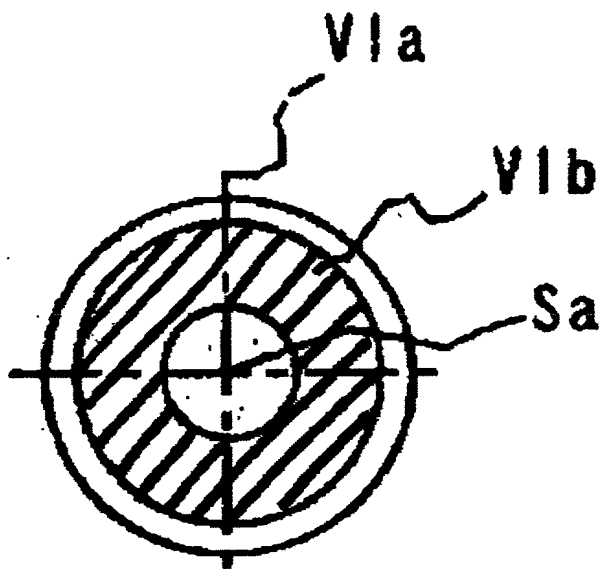


【図 27】

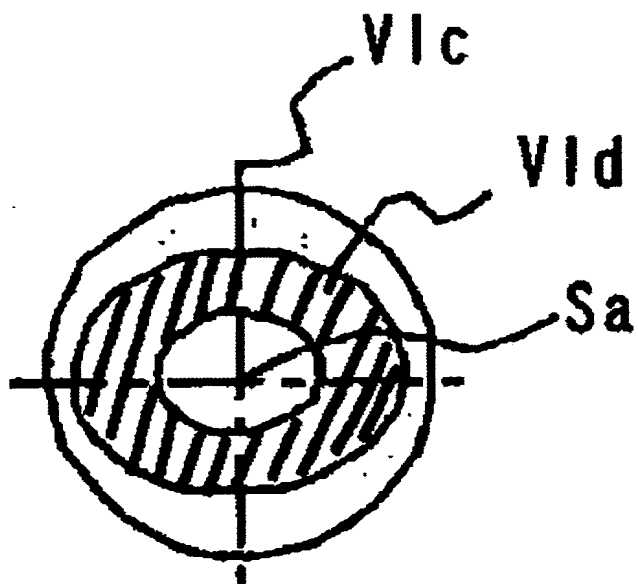




【図 28】



【図 29】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マスク上のパターン形状にあわせて、最適な有効光源領域（照明光束の形状）が得られると共に、それぞれの部分有効光源を相対的に変位させることのできる照明光学系、当該照明光学系を有する露光装置及びデバイス製造方法を提供する。

【解決手段】 光源からの光束でマスクを照明する照明光学系において、前記光束から光軸に対して偏心した所定の形状の有効光源領域を形成する有効光源形成手段と、前記所定の形状を連続的に可変とする形状可変手段とを有することを特徴とする照明光学系を提供する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 2 3 2 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名

キャノン株式会社